

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-264431

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 9/00

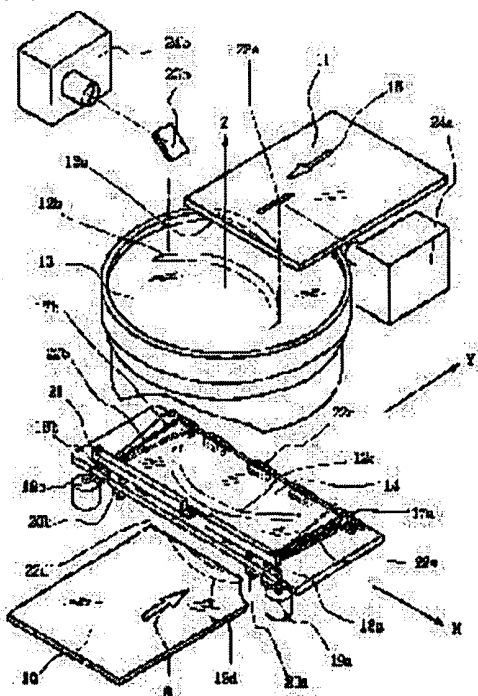
(21)Application number : 07-093193

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 28.03.1995

(72)Inventor : KODA TORU
TSUTSUI SHINJI

(54) SCANNING PROJECTION ALIGNER



(57)Abstract:

PURPOSE: To correct the nonlinear image deformation perpendicularly to the lengthwise direction of a slitted exposing light by correcting the magnification in such a manner that the displacement of formation position is corrected perpendicularly to or at a specified angle to the lengthwise direction of a nonlinear slitted exposing light.

CONSTITUTION: A pattern on a mask 11 is irradiated with a slitted exposing light emitted from a lighting optical system, and the picture passes through a projection optical system 13 and parallel plane plate 14, then it is formed on a photosensitive substrate 10 at a magnification set in the system 13. While being synchronized with scanning of the mask 11 at a constant speed V in a direction of an arrow mark 15, the substrate 10 is scanned at a constant speed V/β (β : reducing magnification of the system 13) in a direction indicated by arrow 16. In addition, the plate 14 is bent in such a manner that the tilt of the plate 14 is proportional to its Y coordinate, so that the error of nonlinear element in a Y direction on the slit can be thoroughly corrected, and the tilt amount of the plate 14 is increased by increasing the driving quantity of pulse motors 19a and 19b.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-264431

(43)公開日 平成8年(1996)10月11日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 8
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1
9/00			9/00	H
			H 0 1 L 21/30	5 1 6 A

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-93193

(22)出願日 平成7年(1995)3月28日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 香田 徹

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キヤ

ノン株式会社小杉事業所内

(72)発明者 筒井 慎二

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キヤ

ノン株式会社小杉事業所内

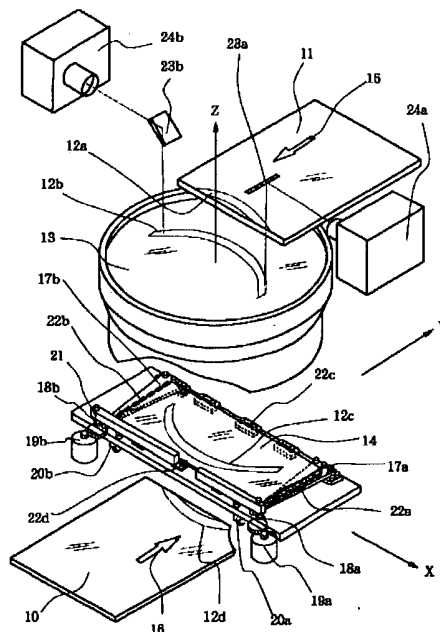
(74)代理人 弁理士 伊東 哲也 (外1名)

(54)【発明の名称】 走査投影露光装置

(57)【要約】

【目的】 走査方向に垂直な方向の位置の関数で表される非線形誤差成分のうちの偶関数成分を補正する。

【構成】 横断面が直線形状ではないスリット形状の露光光12により、転写用パターンが形成された原版11を照明する照明光学系と、これによって照明される前記転写用パターンの像を感光基板10上に所定の倍率で投影する投影光学系と、前記露光光による照明領域の長手方向に対して直角あるいは一定角度をなす走査方向に、前記原版および感光基板を前記投影倍率に応じた速度比でもって同期させて移動する移動手段とを備えた走査投影露光装置において、前記投影光学系の倍率を少なくとも走査方向について補正する倍率補正手段14、19を備え、これにより、感光基板上に露光転写された像に対して重ねて露光転写する場合の前記走査方向の結像位置ずれのうち、前記原版および感光基板間の相対位置の補正では補正が不能な成分を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 横断面が直線形状ではないスリット形状の露光光により、転写用パターンが形成された原版を照明する照明光学系と、これによって照明される前記転写用パターンの像を感光基板上に所定の倍率で投影する投影光学系と、前記露光光による照明領域の長手方向に対して直角あるいは一定角度をなす走査方向に、前記原版および感光基板を前記投影倍率に応じた速度比でもって同期させて移動する移動手段とを備えた走査投影露光装置において、前記投影光学系の倍率を少なくとも走査方向について補正する倍率補正手段を備え、これにより、感光基板上に露光転写された像に対して重ねて露光転写する場合の前記走査方向の結像位置ずれのうち、前記原版および感光基板間の相対位置の補正では補正が不能な成分を補正することを特徴とする走査投影露光装置。

【請求項2】 前記スリット形状は円弧を表す方程式もしくは偶関数で示すことができることを特徴とする請求項1記載の走査投影露光装置。

【請求項3】 前記倍率補正手段は、前記原版と感光基板との間に配置した平行平面板、およびこれを湾曲させる湾曲手段を備えることを特徴とする請求項1記載の走査投影露光装置。

【請求項4】 前記湾曲手段は、前記スリット形状を示す方程式と前記結像位置ずれを表す方程式により決定される撓みを示す方程式を満足するような形状となるように前記平行平面板を湾曲させるものであることを特徴とする請求項3記載の走査投影露光装置。

【請求項5】 前記湾曲手段は、前記平行平面板を湾曲させるための力を付与するアクチュエータ、および、光学的平行平面板あるいはそのホルダの撓み量を検知するセンサを有することを特徴とする請求項3記載の走査投影露光装置。

【請求項6】 露光に先立ち前記結像位置のずれ量を検知する手段、およびこのずれ量から前記平行平面板を湾曲させる量を計算する手段を有し、前記湾曲手段はこの結果に基づき、露光走査前あるいは露光走査中に湾曲量を変更するものであることを特徴とする請求項3～5記載の走査投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体集積回路または液晶表示素子等を、フォトリソグラフィ工程で製造する際に利用される走査投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体素子および液晶表示素子等をフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際には、フォトマスクまたはレチクルなどの原版（以下、マスクという）のパターンを、投影光学系を介して、フォトレジスト等の感光性物質が塗布されたウエハまたは光透過性プレートに露光転写する投影露光装置が使用されている

が、近年、素子1ケのパターンサイズが大型化する傾向にある。したがって、投影露光装置に対しては、マスク上のより大きな面積のパターンを感光基板上に転写露光する技術が求められている。

【0003】このような大面積化の要求に応えるため、矩形あるいは一定の幅を有する円弧形状の照明領域（以下、スリット状露光領域という）に対してマスクおよび感光基板を投影系倍率に比例する速度で相対的に同期して走査すること（以下、同期走査という）により、スリット状露光領域より広い面積のマスクパターンを感光基板上に露光する、いわゆる、走査露光方式の露光装置の開発が行われている。この走査露光方式の露光装置においても従来の露光装置に要求されていた高いレベルの重ね合せ精度が同様に要求されることは言うまでもない。一般に、半導体素子および液晶表示素子の回路構造は単層ではなく、初回のリソグラフィ工程で形成されるパターンを基準として各層毎に異なるマスクを用いて高い寸法精度で重ね焼きしていく必要がある。このため、最低2点の位置合せマークを感光基板上に形成し、装置毎に設けられた基準点からのずれ量を計測することにより、感光基板を位置合せし、露光を行っている。

【0004】しかしながら、マスク上のより大きな面積のパターンを感光基板上に露光する技術が求められる現在では、結像位置の微妙なずれや感光基板の熱膨張、熱収縮等により、2点で位置合せを行っても、その他の点でずれが発生してしまう。この現象が起こることを、ディストーションが発生している、と表現する。

【0005】このディストーションのモードとしては、図8のように感光基板10上に設けられたX-Y座標の1次関数として表現される単純倍率誤差や、非線形成分誤差と称されるX-Y座標値の2次以上の成分で表される誤差がある。従来の走査露光装置では倍率誤差について、一様な倍率のディストーションは勿論、X方向、Y方向に関して各々異なる倍率をもつ、いわゆる、偏倍率誤差に関しても、様々な補正方法が発明され、開示されている。

【0006】前記走査露光装置において、非線形成分誤差としては、マスクおよび感光基板を投影光学系倍率に比例する速度差で同期走査する（以下単に、同期走査する、という）方向の位置の関数で表現されるものがある。この非線形成分誤差に関しては、マスクと感光基板を同期走査する際にマスク若しくは感光基板をX、Y、θ方向に非線形成分に応じた微小量だけ同期位置に対して相対的に駆動することにより倍率誤差は勿論、非線形成分も補正可能である。

【0007】図2に示すように、スリット状露光領域12の幅方向の中心線をW座標軸、同期走査の方向をY座標軸、感光基板上でY座標軸に直交する座標軸をX座標軸として感光基板上に座標軸を設定すると、上記補正可能な結像位置ずれ成分 ΔX 、 ΔY 、 $\Delta \theta$ は、感光基板上

全面について数1式の通り表される。但し、Y座標値はW軸からY座標軸に平行な方向の距離を絶対値としたものとする。

*【0008】
【数1】

$$\Delta X = A_0 + A_1 \cdot Y + A_2 \cdot Y^2 + \dots + A_n \cdot Y^n \quad ①$$

$$\Delta Y = B_0 + B_1 \cdot Y + B_2 \cdot Y^2 + \dots + B_n \cdot Y^n \quad ②$$

$$\Delta \theta = C_0 + C_1 \cdot Y + C_2 \cdot Y^2 + \dots + C_n \cdot Y^n \quad ③$$

【0009】

※りして結像位置ずれを振り分けた状態で重ね焼きを行っている。

【発明が解決しようとしている課題】しかし、投影光学系およびスリット状露光光により同時に露光照射される方向、すなわちW座標軸に沿った位置の関数で表される成分の非線形成分については投影光学系のディストーション特性を非線形に変更可能としない限り補正が不能である。このため、非線形成分を振り分けて位置ずれ最大値を小さくするために、計測によりその都度オフセットを求めたり、予めオフセットを装置定数として登録した※

【0010】図2のW方向に沿った位置の関数で表される成分について具体的に説明するため、この成分を数2式で表す。但し、W座標値はX座標値と等しい値であるとする。

【0011】
【数2】

$$\Delta X = D_0 + D_1 \cdot W + D_2 \cdot W^2 + \dots + D_n \cdot W^n \quad ①$$

$$\Delta Y = E_0 + E_1 \cdot W + E_2 \cdot W^2 + \dots + E_n \cdot W^n \quad ②$$

上式において、 D_0 、 E_0 の項は単なる位置ずれであり、露光前にマスクあるいは感光基板を相対的に移動すれば補正可能である。また $D_1 \cdot W + D_2 \cdot W^2 + \dots + D_n \cdot W^n$ の項は広義の横倍率として考えることができるものであり、これについては、様々な補正方法が知られている。

【0012】また、 $E_1 \cdot W$ の項は θ 成分を表すものであり、これについては、 θ 成分を補正した後、回転中心と焼付位置の距離を L とすれば、数2式で表される補正量だけ走査露光中にX位置を補正することにより、単純な θ 回転により補正可能である。

【0013】

【数3】

$$X \text{の補正量} = L \cdot \tan \theta \approx L \cdot \theta$$

また、干渉計等によりX位置をクローズドループサーボコントロールしている時は、 θ 回転によりX方向距離測定用ミラーが回転するようにして、スリット状露光領域の延長線上にレーザ光軸を置けば上記X方向の補正も不要である。すなわち、従来、補正不能である成分は、数2式のうちの数4式で表される成分である。

【0014】

【数4】

$$\Delta Y = E_2 \cdot W^2 + \dots + E_n \cdot W^n$$

本発明の目的は、この成分のうち、偶関数成分を補正する手段を有する走査露光装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明では、横断面が直線形状ではないスリット形状の露光光により、転写用パターンが形成された原版を

30

40

50

照明する照明光学系と、これによって照明される前記転写用パターンの像を感光基板上に所定の倍率で投影する投影光学系と、前記露光光による照明領域の長手方向に対して直角あるいは一定角度をなす走査方向に、前記原版および感光基板を前記投影倍率に応じた速度比をもって同期させて移動する移動手段とを備えた走査投影露光装置において、前記投影光学系の倍率を少なくとも走査方向について補正する倍率補正手段を備え、これにより、感光基板上に露光転写された像に対して重ねて露光転写する場合の前記走査方向の結像位置ずれのうち、前記原版および感光基板間の相対位置の補正では補正が不能な成分を補正することを特徴とする。

【0016】

【作用】まず、投影光学系の光路中に結像位置のずれ以外の結像性能に対して実質的に影響を与えない程度の光学的厚さの平行平板を入れて広義の横倍率を補正する走査露光装置において、結像位置のずれを補正する方法を説明する。

【0017】図3において、挿入した光学的な平行平板14の厚みを d 、屈折率を n' とし、感光基板10上で結像位置を横ずれさせたい方向をX軸にとり、これと垂直な主光線の方向をZ軸とすると、挿入した平行平板14のZ方向への湾曲量はXの関数として表される。このとき得られるX方向での焼付像の横ずれ量 ΔX は数5式で表される。

【0018】

【数5】

$$\Delta X = d \cdot (1 - 1/n') \cdot dZ/dX$$

すなわち、結像位置のずれ量は、平行平板14各部の傾きに比例する。よって、一般的な横倍率が発生してい

る場合には、平行平板14の傾きがX座標に比例するように曲げることにより補正されることになり、換言すれば、平行平板14の撓み量がXの2乗に比例するよう撓ませれば良い。

【0019】広義の横倍率として結像位置がXのn乗に比例してずれている場合は平行平板14がXの(n+1)乗に比例するような撓みをもつように、平行平板14の形状もしくは平行平板14のホルダ形状について材料力学上の工夫をすれば良い。

【0020】走査露光方式の露光装置において、図4のようにマスクおよび感光基板の矢印36で示される同期走査方向の軸回りに平行平板14を曲げて結像位置を補正することは、これまで述べてきた通り、数2①式で表されるような像歪みを補正する手段として有効であり、この事実は周知である。しかし図5のようにX座標*

$$F(X) - \delta \leq Y \leq F(X) + \delta$$

$$-S \leq X \leq S$$

ここで、スリット状露光光に対する投影系のY方向像歪みが絶対基準格子に対して、 $\Delta Y = G(X)$ だけあると仮定する。即ち $Y = F(X)$ で代表されるスリット上の点は、露光基板上に結像する時、 $\Delta Y = G(X)$ 分だけ正規の結像位置に対してずれた状態で結像する。

【0024】走査露光方式の露光装置においてはスリット状露光光に対応する投影光学系に起因する像歪みのうち、数4式で表されるような非線形成分は、感光基板およびマスクの不均一変形や装置構造の走査に伴う変形等が無視できる場合、マスクおよび感光基板の同期走査方向の位置の関数にはならず一定となり、図6で代表されるようなディストーションとなる。

【0025】実工程上で図6のようなディストーションが発生した場合、感光基板の前のフォトソングラフィ工程で設けられたアライメントターゲット位置を多点計測してずれの振分けが通常行われ、図7の通りのディストーションとなるが、ばらつき自体は小さくならず、このばらつきを補正することが必要である。

【0026】数4式で表現されるY方向非線形成分のうち奇関数成分は、 θ 成分で近似できるため、 θ 補正によりその誤差成分を近似補正することが可能である。しかし偶関数成分については θ 補正によってはばらつきをまったく補正することができない。

【0027】次に、数4式の偶関数成分を補正するための光学的平行平板の曲げ形状を決定する方法を述べる。光学的平行平板の曲げ形状を決定するためには、Y方向非線形成分を近似する関数を先に決定しなければ※

$$Y/k = (1 - 1/n') \cdot dZ/dY$$

$$dZ/dY = k_1 \cdot Y \quad (k_1 = (1 - 1/n')/k)$$

$$Z = k_2 Y^2 + k_3 \quad (k_2 = k_1/2)$$

* 軸回りに平行平板14を曲げることは、像歪みの補正に対して何ら効果が無いとして顧みられることがなかった。

【0021】本発明の走査投影露光装置においては、投影光学系およびスリット状露光光により同時に露光照射される方向(X方向)の位置の関数で表現されるY方向ずれについて、スリット状露光光の形状を、 $Y = F(X)$ でかつ $F(X)$ が偶関数であるような式で代表される形状に変更することにより、X軸回りに光学的平行平板14を曲げて偶関数成分が補正される。

【0022】スリット状露光光の形状を、数6式で表される形状とし、計算上、スリット形状を $Y = F(X)$ で代表する。

【0023】

【数6】

①

②

※ならない。今、スリット上のY方向非線形変位が、

【0028】

【数7】

$$\Delta Y = G(X)$$

で近似されたとする。このとき、スリット形状が

【0029】

【数8】

$$Y = F(X)$$

で代表される形状とする。そして、

【0030】

【数9】

$$F(X) = k \cdot G(X)$$

を満足するよう $F(X)$ あるいは $G(X)$ を決める。すなわち、数8式を数9式に代入し、その式をさらに数7式に代入して数10式を得る。

【0031】

【数10】

$$\Delta Y = Y/k$$

数10式は結像位置をそのスリット上のY座標値に比例してY方向にずらすことにより補正が実現することを示す。よってスリット状の露光光が数9式のような形状をしている場合、Y座標に比例して平行平板14を傾けることにより補正が実現する。よって数5式の ΔX に数10式の ΔY を代入し、 dZ/dX を dZ/dY に書き換えて、数11式を得る。

【0032】

【数11】

①

②

③

数11式の形状で平行平板14を曲げてやれば良い。 50 この曲げを実現するためには、平行平板14もしくは

その保持部材を平行平板14の剛性よりも十分に大きくしたうえで、平行平板14の形状を材料力学上でいう片持ちの等応力ばりにし、自由端に集中荷重あるいは強制変位を与えるか、あるいは両端支持の等応力ばりにして、はり中央荷重あるいは強制変位を与えてやれば良い。但し、補正誤差が実用上問題にならない場合には、単純な片持ちばり、あるいは両端支持ばりとしても構わない。

【0033】また、このように、平行平板14で結像ずれを発生させて補正を行う代わりに、少なくとも1方向の倍率を投影光学系内部で変更可能であれば、直線状でないスリット状露光光と組み合わせることにより同様の補正が可能である。

【0034】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。図1は、本発明の一実施例に係る走査投影露光装置を示す斜視図である。図1において、10は感光基板、11はマスク、12a～12dはスリット状露光光、13は投影光学系、そして14は光学的平行平板である。不図示の照明光学系からのスリット状露光光によりマスク11上のパターンが照射され、その像が投影光学系13および平行平板14を通過し、感光基板10上に投影光学系13の倍率に応じた大きさの像を結ぶようになっている。

【0035】そして、マスク11を矢印15方向に一定速度Vで走査するのに同期して、感光基板10を矢印16方向に一定速度V/β(βは投影光学系13の縮小倍率)で走査する。マスク11および感光基板10はそれぞれ不図示のマスクステージおよび感光基板ステージで保持されており、両ステージのX、Y、θ位置は、不図示のレーザ干渉計でモニタされており、この位置情報に基づく、クロズドルーフフィードバックサーボによりその位置座標は管理されている。

【0036】なお、クロズドルーフフィードバックサーボを行うのを感光基板ステージのみにして、マスクステージの位置情報に基づいて感光基板ステージのサーボ位置に補正を加えてもよい。図9はマスク11上に配置された、感光基板10との位置合せ基準マーク(以下、マスク側AAマークという)25a～33aの配置を示す。感光基板10側にも投影光学系13を介した共軛位置にマスク側AAマークに対応する位置合せターゲットマーク(以下、プレート側AAマークという)25b～33bが前回のフォトリソグラフィ工程で設けられている。これらのマークは、通常の場合、マスクに設けられた素子パターン34の内側に配置することを許されないため、素子パターン34の周囲を囲むように配置される。

【0037】図1の24aおよび24bはスリット状露光光12aにより照射される領域に沿ってその観察位置のスパンが変更可能な顕微鏡であり、その観察像は内蔵

カメラにより画像処理装置へ送れるようになっている。画像処理装置は、重なって取り込まれるマスク側AAマーク像とプレート側AAマーク像のずれ量を算出するものである。

【0038】走査露光に際しては、マスク11をマスクステージ上に設けられた不図示のマスク位置基準マークに対して位置決めした後、2つのマスク側AAマーク25aがスリット状露光光12aの略直下に同時に位置するよう移動する。

【0039】次に、プレート側AAマークが形成済の感光基板10をプレート側AAマーク25bの投影光学系13によるマスク11上への投影像がマスク側AAマーク25aに重なるように相互の位置関係を調整し、顕微鏡24a、24bにおいて重なった像をカメラ上へ結像させ、画像処理装置により自動位置合せを実行する。この位置合せ完了後のマスクステージ、感光基板ステージ各々の位置をイニシャル位置として、投影光学系倍率に比例した同期走査を行うものとする。

【0040】マスク側および感光基板側AAマーク26a～29a、26b～29bについても順次アライメントを行い、その時のステージのイニシャル位置からのオフセット量をメモリに記憶させた後、スリット状露光領域に沿って顕微鏡24a、24b間のスパンVSを縮める。この場合、図2に示すように、顕微鏡の視野位置35aおよび35bをVYだけ走査方向に移動させる必要があるため、マスク11および感光基板10をVYに対応する量だけ移動する。移動量VYは、スリットの形状を表す式 $Y=F(X)$ により与えられ、AAマーク25a～29a、25b～29bまでの位置合せ実行時のスパンVSをVS0とすれば、数12式となる。

【0041】

【数12】

$$VY = F(VS/2) - F(VS0/2)$$

感光基板10は投影光学系13の縮小倍率βを考慮し、マスク11の移動量VYに対し、 $VY' = VY/\beta$ だけ同期させて動かす。

【0042】このようにして、スパンVSをVS0からVS1、VS2に縮め、AAマーク30a～33a、30b～33bの位置合せマークに対して、今度は位置合せを実行せず、そのずれ量のみ読み取り、そのY方向ずれ量を各々30aY～32aYとする。次にこのずれ量の補正について説明する。

【0043】数11②式は、平行平板14の傾きが、そのY座標に比例するよう曲げることにより、スリット上のY方向非線形成分誤差を全面で補正可能であることを示している。そこで、図11に示すようにスリットに固定されたX、Y座標系を考える。顕微鏡24a、24bの初期スパンをVS0とし、このときのY座標を0とする。補正量を増やすのは数11②式における k_1 の値を大きくすることに他ならない。これは平行平板14

の傾き量を増加させることであり、図1においては後述するように、バルスモータ19a、19bの駆動量を増加させることと等価である。平行平板14を全体に湾曲させた場合、 $X=VS0/2$ の位置の像も、ずれを発生させられてしまうため、数11の式を書き換えて数13式とする。

【0044】

【数13】

$$dZ/dY = (k_1 \cdot Y + k_2) \cdot P$$

但し、 k_1 、 k_2 は新たに定めた比例定数、 P はバルスモータ19a、19bの駆動バルス数である。そこで、観察顕微鏡のスパンおよびバルスモータ19a、19bのバルス数を振って、その駆動バルスが0のときに対して像のずれがどれだけ発生するかを調べる。これにより n 々のデータを得たとする。このときの Y 方向ずれ量を ΔY_i とすれば、数14式を最小にする k_1 、 k_2 を求めることにより、図1の後述する補正機構の特性が求まる。

【0045】

【数14】

$$F = \sum_{i=1}^n \{P_i \cdot (k_1 \cdot Y_i + k_2) - \Delta Y_i\}^2$$

具体的には F を k_1 で偏微分した式および、 F を k_2 で偏微分した式が0となる条件において F を最小とする k_1 および k_2 を求めることが可能である。

【0046】実際の露光前のずれ量計測時には、

【0047】

【数15】

$$\Delta Y_i = k_1 \cdot Y_i \cdot P$$

$$G = \sum_{i=1}^n \{P \cdot k_1 \cdot Y_i - \Delta Y_i\}^2$$

と置き、ずれ量30a $Y \sim 33aY$ を数15の式に代入して G を最小にする P を同様に求め、バルスモータ19a、19bの駆動バルス数を求める。これにより平行平板14の曲げ補正量が求まったことになる。

【0048】最後に、平行平板14を湾曲させることによる、観察顕微鏡のスパンが $VS0$ であるときの結像位置のずれ量を数13式により求め、露光時にはマスクステージもしくは感光基板ステージを $VS0$ 時の像のずれ分だけ Y 方向に補正して走査露光する。

【0049】なお、ここでは、1回の露光走査における平行平板14の湾曲は一定としたが、数15の式から、バルスモータ19a、19bの駆動バルス数 P を求める際、図9のAAパターン29a $\sim 31a$ を用いて求めた値と、AAパターン27a、32a、33aを用いて求めた値を使用して、露光中、リニアにバルス数を変えて露光を行うことも可能である。この場合、観察顕微

鏡のスパンが $VS0$ の場合に相当する位置の補正量もバルス数に応じてリニアに変更することが必要である。

【0050】次に、平行平板14を湾曲させる部分の構造と動作について図1を用いて詳細に説明する。装置電源の投入により、または電源入力後のオペレータの走査により、静電センサ20a、20bの測定値が予め設定された値となるようにバルスモータ19a、19bを駆動する。これにより、平行平板14の初期状態が平面となるよう直ちにイニシャライズされ、その精度もフォトセンサ等の精度と比べ十分であると共に、駆動精度の補正も可能である。

【0051】バルスモータ19a、19bの軸が回転すると、送りネジ18a、18bが回転し、連結棒21が上下に移動する。連結棒21と送りネジ18a、18bのナットは、図示しないボーズピンで連結され、互いにこじり等は発生しない。連結棒21が上下することにより、平行平板14を保持する等応力は17aおよび17bが、 Y 座標に比例してその傾きが変化するように湾曲する。17aおよび17bは、平行平板14に比べて、大きい剛性を有し、かつ平行平板14は部材22a、22bによりは17a、17bに固定されているため、平行平板14は等応力は17a、17bにならって湾曲する。また、平行平板14はその中央部も部材22cおよび22dにより保持されているため、全体的に等応力は17a、17bの湾曲と同様に湾曲する。

【0052】なお、部材22a、22bの代わりに真空吸着を用いて平行平板14を等応力は17a、17bに固定するようにしてもよい。また、バルスモータ19a、19bの代わりにダイヤフラムとサーボバルブによる圧力によって平行平板14を湾曲させることも可能であり、また、サーボモータやピエゾスタックで行うことも可能である。

【0053】また、本実施例では、投影光学系13の下部に平行平板14を配置しているが、投影光学系13とマスクの間に平行平板14を配置することも可能である。但しこの場合は、投影光学系13の下に平行平板14を配置した場合とは、補正のための駆動方向が異なる。すなわち、図1のように感光基板側に平行平板を凸状になるように曲げた場合と、マスク側に平行平板14を挿入してマスク側に凸状になるように曲げた場合とは、結像位置のずれ方向は逆となる。

【0054】さらに、投影光学系13中の光屈折手段を平行移動することにより結像位置ずれを偏倍補正的あるいは一様倍率補正的に発生させるような光学系として、前者の場合は上述の実施例とまったく同様に、後者の場合は横倍率補正手段と組み合わせて、走査露光方向の非線形成分補正を行うときに同時に発生する、走査露光に直交する成分の補正を行うことにより、同様な補正を実現可能である。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、直線形状ではないスリット状の露光光の長手方向に対し、直交あるいは一定の角度をなす方向の結像位置ずれを補正するように倍率補正手段を駆動させることにより、従来の走査投影露光装置では不可能とされていたスリット状露光光の長手方向に直交する方向の非線形像歪を投影光学系に複雑な調整および変更を加えることなく補正可能である。

【0056】また、スリット状露光領域が円弧を表す方程式もしくはスリットの長手方向を示す直線上の点に対して偶関数で示すことのできる形状にすることにより、Y方向非線形成分のうち、 θ 回転で補正可能な成分を除く非線形成分のみを補正することが可能である。

【0057】また、倍率補正手段を光学的な平行平板とすることにより、複雑な計算を要する偏倍ズーム光学系を設計する必要なく、倍率補正手段を構成することができる。

【0058】更に、平行平板を支持して撓ませるホルダあるいは平行平板自体が前記スリット状露光領域形状を代表する方程式と補正すべき結像位置ずれを表す方程式により決定される撓み方程式を満足するような形状となっていることにより、Y方向非線形成分の誤差を補正するときの平行平板の曲げ駆動量を数学的に一意に精度良く算出可能であると共に、平行平板の一端もしくは両端面を駆動するのみで所望の平行平板の曲げ形状が実現可能である。

【0059】また、平行平板を撓ませる手段として電気的アクチュエータを備え、光学的平行平板あるいはそのホルダの撓み量を検知することが可能なセンサを有することにより、自動でY方向非線形誤差成分を補正することが可能である。

【0060】露光に先立ち結像位置のずれ量を計測し、このずれ量から平行平板を撓ませる量を計算し、これに基づいて、露光走査前あるいは露光走査中に平行平板を撓ませる量を変更することにより、投影光学系のドリフトや、感光基板個々の熱膨張、熱収縮に伴う像のずれも精度良く補正することが可能である。

【図面の簡単な説明】

*

*【図1】 本発明の一実施例に係る走査投影露光装置を示す斜視図である。

【図2】 図1の装置において、直線状ではない露光光に沿って観察顕微鏡の視野が移動したときにY方向に視野が移動することを示す図である。

【図3】 図1の装置において、光学的平行平板を湾曲させたときの像ずれを示す模式図である。

【図4】 広義の横倍率補正を行うときの光学的平行平板の曲げ方向を示す図である。

【図5】 従来例でのスリット形状ではY方向非線形誤差成分の補正が不能であることを直感的に説明する図である。

【図6】 Y方向非線形誤差成分が発生したときの像ずれ状態を示すベクトル図である。

【図7】 図6の像ずれ時、振分けによりずれの最大値を少なくした時のずれ状態図である。

【図8】 感光基板が一様に熱膨張した時の像ずれ図である。

【図9】 図1の走査露光装置を使用した時のマスクパターン上AAパターンの配置例を示す図である。

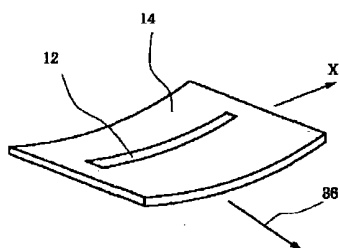
【図10】 図1の走査露光装置を使用した時の感光基板上AAパターンの配置例を示す図である。

【図11】 図1の装置において、直線状ではないスリット状露光光上に固定した座標系を示す図である。

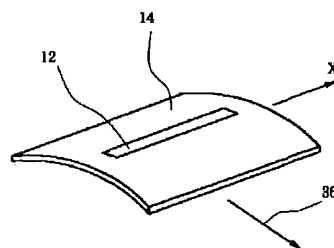
【図面の主要な部分を表す符号の説明】

10：感光基板、11：マスク或いはレチクル、12a、12b、12c、12d：スリット状露光光、13：投影光学系、14：光学的平行平板、15：マスクの走査方向を示す矢印、16：感光基板の走査方向を示す矢印、17a、17b：光学的平行平板を保持する梁、18a、18b：送りネジ、19a、19b：バルスモーター、20a、20b：静電センサ、21：連結棒、22a、22b、22c、22d：光学的平行平板抑え金具、23a、23b：折り曲げミラー、24a、24b：観察顕微鏡、25a～33a、25b～33b：位置合わせマーク、34：実素子パターン、35a、35b：観察顕微鏡の視野位置、36：光学的平行平板の走査露光方向を示す矢印、37：変位置、38：基準格子。

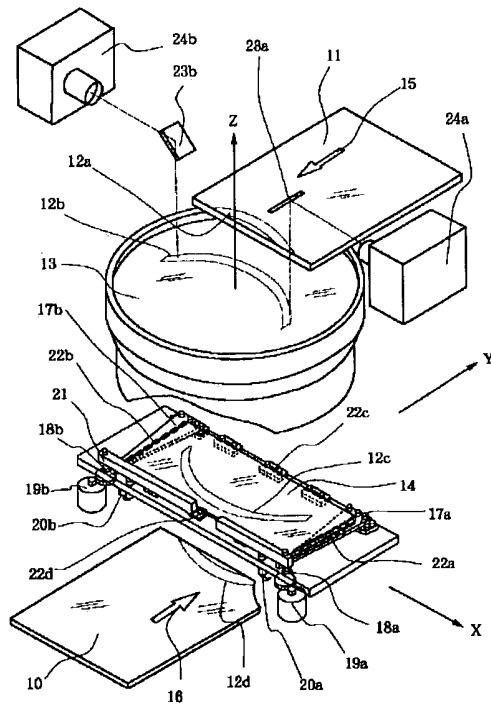
【図4】



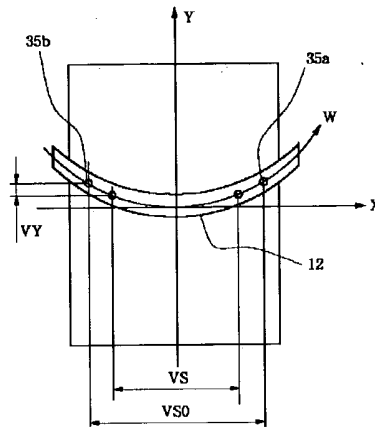
【図5】



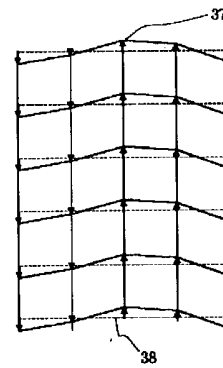
【図1】



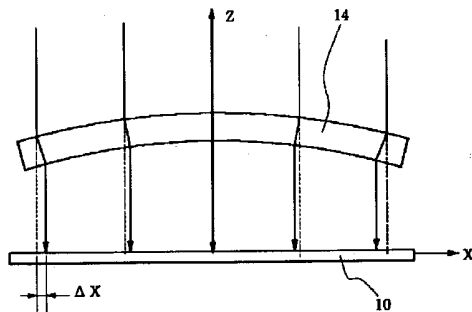
【図2】



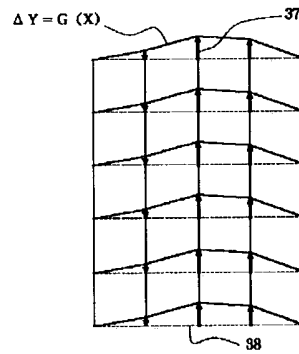
【図7】



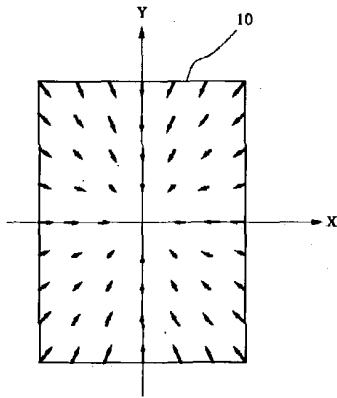
【図3】



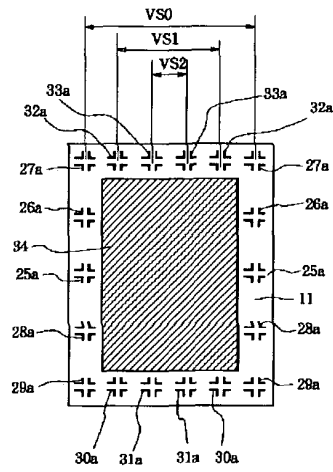
【図6】



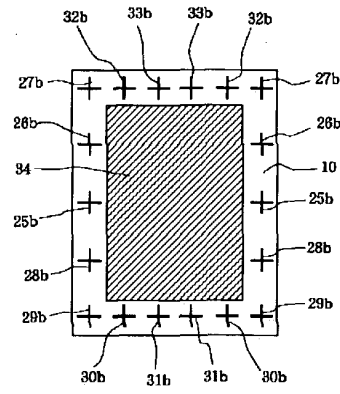
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

